

УДК 613.644+616.8-037

Н.Д. Ласткова

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЯЖЕСТИ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ С УЧЕТОМ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ ВИБРАЦИИ И СОСТОЯНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Обследовано 165 горнорабочих-мужчин в возрасте от 36 до 66 лет, работающих на глубоких угольных шахтах. Разработана модель для прогнозирования тяжести вибрационной болезни от локальной вибрации с учетом экспозиционной дозы вибрации и состояния периферической нервной системы у горнорабочих угольных шахт. В результате моделирования тяжести вибрационной болезни показано, что наиболее информативными признаками являются доза вибрации, дискриминационная чувствительность на правой руке, вибрационная чувствительность на правой руке, проба белого пятна, холодная проба. Проведенные исследования свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований в данном направлении.

Ключевые слова: *вибрационная болезнь, периферическая нервная система, экспозиционная доза вибрации.*

Вибрационная болезнь – это профессиональное заболевание, характеризующееся хроническим течением с поражением периферической сосудистой, нервной системы и опорно-двигательного аппарата при воздействии производственной вибрации выше ПДУ [9].

В настоящее время вибрационная болезнь остается одним из самых распространенных профессиональных заболеваний нервной системы и занимает ведущее место в структуре профессиональной патологии горнорабочих [2]. Несмотря на многолетнюю историю изучения вибрационной болезни, многие вопросы, касающиеся патогенеза и диагностики этого заболевания, остаются до конца не выясненными [1, 7].

Вибрационная болезнь занимает по частоте четвертое место среди профессиональных заболеваний у работников основных отраслей промышленности Украины и проблема состояния периферической нервной системы остается актуальной в настоящее время [4].

Как свидетельствует длительный опыт клинических и экспериментальных наблюдений, вибрационная болезнь является систем-

ным заболеванием, при котором в патологический процесс организма рабочих не только вовлекаются мышечный и опорно-двигательный аппарат, но также происходят нарушения и в нейрорефлекторных, нейрогуморальных и нейрогормональных механизмах, которые негативно сказываются на состоянии всего организма в целом [3].

Вибрационная болезнь характеризуется хроническим и постепенно прогрессирующим течением, а при выраженных нарушениях, развившихся при вибрационной патологии, в 2/3 случаев обратного регресса не происходит, несмотря на проводимое лечение [10, 12].

Такое течение вибрационной болезни и ее высокая резистентность к лечению делают актуальной раннюю диагностику для прогнозирования степени тяжести этой патологии [6].

Цель: создать модель для прогнозирования тяжести вибрационной болезни от локальной вибрации с учетом экспозиционной дозы вибрации и состояния периферической нервной системы у горнорабочих угольных шахт.

Материал и методы. В условиях неврологического стационара КЛПУ «Областная

© Н.Д. Ласткова, 2013

клиническая больница профессиональных заболеваний» было обследовано 165 горнорабочих, работающих в глубоких угольных шахтах, в возрасте от 36 до 66 лет с подземным стажем от 5,5 до 37 лет. Все пациенты были мужчины. Горнорабочие с сопутствующей патологией исключались из дальнейшего исследования.

Все обследуемые были разделены на 3 группы:

I группу (контрольную) составили 40 (24 %) практически здоровых горнорабочих, которые работали ручными виброинструментами (ГРОЗ, забойщики и проходчики) и имели отдельные признаки воздействия вибрации.

II группу составили 52 (32 %) горнорабочих с вибрационной болезнью от локальной вибрации первой степени (ГРОЗ, забойщики и проходчики).

III группу (основную) составили 73 (44 %) горнорабочих с вибрационной болезнью от локальной вибрации второй степени (ГРОЗ, забойщики и проходчики). Степень тяжести вибрационной болезни определялась в соответствии с «Классификацией вибрационной болезни от локальной вибрации» (№ 10–11/143 от 9 дек. 1985 г.).

Для выявления факторов, связанных со степенью тяжести вибрационной болезни, были использованы методы построения нейросетевых моделей классификации [5].

Для выделения признаков, в наибольшей степени связанных с тяжестью протекания вибрационной болезни использовался метод «генетического алгоритма» (ГА) отбора [5]. Оптимизация порога принятия/отвержения многофакторных математических моделей [5] проводилась с использованием методов построения кривых операционных характеристик (Receiver Operating Characteristic – ROC). Качество построенных моделей оценивалось их чувствительностью и специфичностью [8], рассчитывался 95 % доверительный интервал (95 % ДИ) показателей [8]. Для оценки адекватности многофакторных математических моделей использовались показатели площади под ROC-кривой (Area Under Curve – AUC) модели [5]. Для предотвращения переобучения математических моделей и проверки их адекватности [5] все наблюдения (с использованием генератора случайных чисел) были разделены на 3 множе-

ства: обучающее (использовалось для расчета параметров модели), контрольное (использовалось для контроля переобучения математической модели), подтверждающее (использовалось для проверки адекватности построенной модели на новых данных).

Для оценки степени влияния факторных признаков на тяжесть протекания вибрационной болезни был использован метод построения логистических моделей регрессии [5]. При проведении оценки рассчитывался показатель отношения шансов (ОШ), а также их 95 % ДИ [8].

Построение и анализ математических моделей проводился в статистических пакетах MedStat (Лях Ю. Е., Гурьянов В. Г., 2004–2013), MedCalc (MedCalc Software bvba, 1993–2013), Statistica Neural Networks (StatSoft Inc., 1996–1999).

Результаты и их обсуждение. Для оценки связи совокупности показателей экспозиционной дозы вибрации и признаков, характеризующих состояние периферической нервной системы с тяжестью протекания вибрационной болезни был использован метод построения и анализа многофакторных математических моделей.

В качестве результирующего признака рассматривался диагноз (переменная Y): в случае вибрационной болезни 1-й степени переменная Y принимала значение Y=0 (легкая степень вибрационной болезни), в случае вибрационной болезни 2-й степени переменная Y принимала значение Y=1 (тяжелая степень вибрационной болезни).

В качестве факторных признаков на первом этапе анализу подвергли 31 показатель (возраст, профессия, общий стаж, стаж в профессии, подземный стаж, экспозиционная доза вибрации, дискриминационная, вибрационная и болевая чувствительность на правой и левой руках, проба белого пятна, проба Боголепова, симптом Паля, проба на оппозицию 1-го и 5-го пальца, проба на отведение 4-го пальца от 5-го, холодовая проба, капилляроскопия ногтевого ложа, кожная термометрия на правой и левой руках, динамическая термометрия на правой и левой руках на 7-, 11-, 15-, 25-й и 35-й минутах. Чувствительность модели, построенной на полном наборе факторных признаков, на обучающем множестве составила 100 % (95 % ДИ 96,6–

100 %), специфичность – 100 % (95 % ДИ 95,2–100 %). На подтверждающем множестве чувствительность модели составила 91,7 % (95 % ДИ 67,1–100 %), специфичность – 100 % (95 % ДИ 78,6–100 %).

Для выявления факторов, в наибольшей степени связанных с риском тяжелой степени вибрационной болезни, был проведен отбор наиболее значимых признаков с использованием метода ГА. В результате было отобрано 5 факторных признаков: доза вибрации (X6), дискриминационная чувствительность на правой руке (X7), вибрационная чувствительность на правой руке (X9), проба белого пятна (X13), холодовая проба (X18).

После оптимизации порога принятия/отвержения модели прогнозирования получено: чувствительность модели составила 96,4 % (95 % ДИ 89,9–100 %), специфичность – 97,4 % (95 % ДИ 89,9–100 %), на подтверждающем множестве чувствительность модели составила 91,7 % (95 % ДИ 67,1–100 %), специфичность – 87,5 % (95 % ДИ 50,6–100 %). Чувствительность и специфичность на обучающем и тестовом множестве статистически значимо не различаются ($p=0,97$

и $p=0,76$, соответственно, при сравнении по критерию χ^2), что свидетельствует об адекватности построенной модели.

Для оценки значимости выделенных факторных признаков использовался метод построения кривых операционных характеристик (ROC-кривых – Receiver Operating Characteristic Curve) моделей (рис. 1).

При сравнении ROC-кривых статистически значимого различия площадей под ними не выявлено ($p=0,20$, $AUC1=1,000\pm 0,001$, $AUC2=0,9997\pm 0,003$), что указывает на высокую значимость выделенных факторных признаков (доза вибрации, дискриминационная чувствительность на правой руке, вибрационная чувствительность на правой руке, проба белого пятна, холодовая проба) для прогнозирования риска тяжелой степени вибрационной болезни.

Для практического использования модели риска тяжелой степени вибрационной болезни в среде табличного процессора Excel (файл «Prognose.xls») реализована экспертная система. На рис. 2 приведен ее интерфейс.

Для работы в программе необходимо ввести значения показателей для конкретного

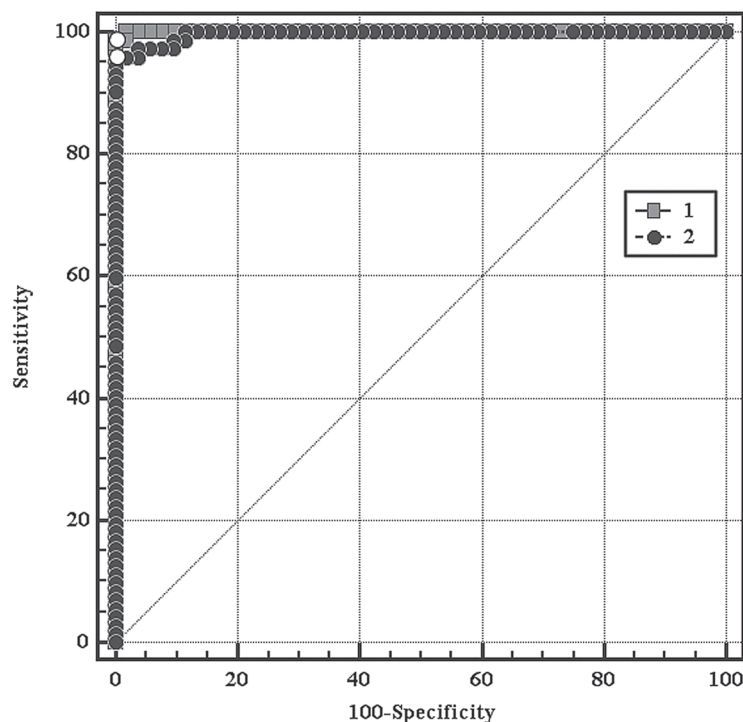


Рис. 1. ROC-кривые моделей прогнозирования риска тяжелой степени ВБ, 1 – модель, построенная на всех 31 факторных признаках; 2 – модель, построенная на 5 выделенных факторных признаках

Примечание: sensitivity – чувствительность модели, specificity – специфичность.

пациента в соответствующие ячейки табличного процессора. В экспертной системе будет выдан прогноз оценки степени тяжести вибрационной болезни.

дающем множестве чувствительность модели составила 91,7 % (95 % ДИ 67,1–100 %), специфичность – 87,5 % (95 % ДИ 50,6–100 %).

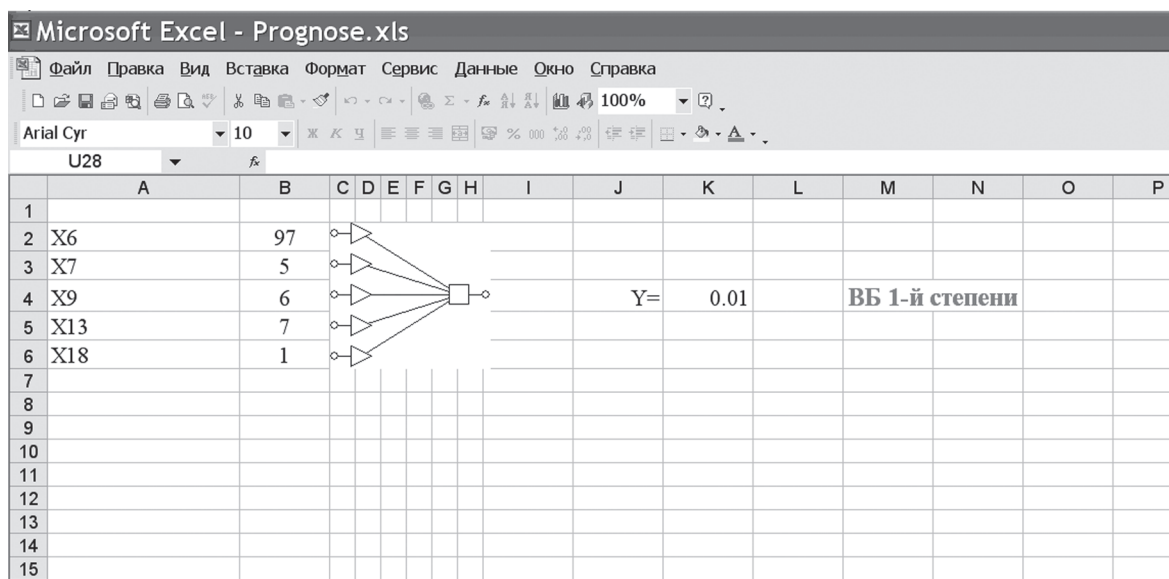


Рис. 2. Интерфейс экспертной системы прогнозирования оценки степени тяжести вибрационной болезни

Примечание: расшифровка показателей дана по тексту.

Выводы

1. Для оценки степени тяжести вибрационной болезни использован метод построения и анализа многофакторных математических моделей.

2. В результате моделирования тяжести вибрационной болезни показано, что наиболее информативными признаками являются доза вибрации, дискриминационная чувствительность на правой руке, вибрационная чувствительность на правой руке, проба белого пятна, холодовая проба.

3. Чувствительность модели составила 96,4 % (95 % ДИ 89,9–100 %), специфичность – 97,4 % (95 % ДИ 89,9–100 %), на подтверж-

4. Чувствительность и специфичность на обучающем и тестовом множестве статистически значимо не различаются ($p=0,97$ и $p=0,76$, соответственно, при сравнении по критерию χ^2), что свидетельствует об адекватности построенной модели.

5. Сравнение ROC-кривых статистически значимого различия площадей под ними не выявлено ($p=0,20$, $AUC1=1,000\pm 0,001$, $AUC2=0,9997\pm 0,003$), что указывает на высокую значимость выделенных факторных признаков.

6. Проведенные исследования свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований в данном направлении.

Список литературы

1. Андреева-Галанина Е. Ц. Вибрационная болезнь. / Е. Ц. Андреева-Галанина, Э. А. Дрогичина, В. Г. Артамонова. – Л. : Медгиз, 1961. – 176 с.

2. Дейнега В. Г. Реабилитация больных профессиональными заболеваниями в угольной промышленности / В. Г. Дейнега. – К. : Здоров'я, 1987. – 128 с.

3. Капустник В. А. Патогенетические аспекты вибрационной болезни и заболеваний легких пылевой этиологии (обзор литературы) / В. А. Капустник, О. Л. Архипкина // Медицина сьогодні і завтра. – 2008. – № 4. – С. 91–96.

4. Кундиев Ю. И. Профессиональная заболеваемость в Украине / Ю. И. Кундиев, А. М. Нагорная // Медицина труда и промышленная экология. – 2005. – № 9. – С. 17–26.
5. Лях Ю. Е. Математическое моделирование при решении задач классификации в биомедицине / Ю. Е. Лях, В.Г. Гурьянов // Український журнал телемедицини та медичної телематики. – 2012. – Т. 10, № 2. – С. 69–76.
6. Науменко Б.С. Вибрационная болезнь у рабочих современных железорудных шахт : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Б. С. Науменко. – К., 1990. – 35 с.
7. Николенко В. Ю. Влияние локальной вибрации на вестибулярную функцию и коррекция ее нарушений / В. Ю. Николенко, Е. А. Стафинова, Н. Д. Ласткова // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2009. – Т. 13, № 1. – С. 127–131.
8. Петри А. Наглядная статистика в медицине / А. Петри, К. Сэбин ; пер. с англ. В.П. Леоннова. – М. : ГЭОТАР-МЕД. 2003. – 144 с.
9. Профессиональная патология : нац. рук-во / под ред. акад. РАМН Н. Ф. Измерова. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 429 с.
10. Friden J. Vibration damage to the hand: clinical presentation, prognosis and length and severity of vibration required / J. Friden // J. Hand. Surg. – 2001. – V. 26, № 5. – P. 471–474.
11. Harada N. Hormonal responses to cold exposure in subjects with vibration syndrome / N. Harada, M. Nakamoto, H. Kohno // The Kurume Med. J. – 1990. – V. 37. – P. 45–52.
12. Matoba T. Pathophysiology and clinical picture of hand-arm vibration syndrome in Japanese workers / T. Matoba // Nagoya J. Med. Sci. – 1994. – V. 57. – P. 19–26.

Н.Д. Ласткова

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЯЖКОСТІ ВІБРАЦІЙНОЇ ХВОРОБИ З УРАХУВАННЯМ ЕКСПОЗИЦІЙНОЇ ДОЗИ ВІБРАЦІЇ ТА СТАНУ ПЕРИФЕРИЧНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Обстежено 165 гірників-чоловіків у віці 36–66 років, які працюють на глибоких вугільних шахтах. Розроблено модель для прогнозування тяжкості вібраційної хвороби від локальної вібрації з урахуванням експозиційної дози вібрації і стану периферичної нервової системи у гірників вугільних шахт. У результаті моделювання тяжкості вібраційної хвороби показано, що найбільш інформативними ознаками є доза вібрації, дискримінаційна чутливість на правій руці, вібраційна чутливість на правій руці, проба білої плями, холодова проба. Проведені дослідження свідчать про перспективність подальших досліджень у даному напрямку.

Ключові слова: вібраційна хвороба, периферична нервова система, експозиційна доза вібрації.

N.D. Lastkova

PREDICTING THE SEVERITY OF VIBRATION DISEASE BASED ON EXPOSURE VIBRATIONS DOSE AND PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM STATE

A total of 165 miners, men aged 36–66 years, working in deep coal mines. Developed a model to predict the severity of vibration disease from local vibration with the vibration exposure dose and the state of the peripheral nervous system in miners of coal mines. The simulation of vibration disease severity showed that the most informative features are: dose vibration, discriminatory sensitivity on the right hand, vibration sensitivity on the right hand, the sample of white spots, cold test. The studies bear witness about the prospects for further research in this area.

Key words: vibration disease, peripheral nervous system, the exposure dose of vibration.